

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**Федерального государственного автономного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Агроинженерия

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
«Проект пункта технического обслуживания и диагностики автомобилей в условиях ООО «Автомотив Томск»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич		

УДК: 629.3.083

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	К.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	К.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Агроинженерия	Проскоков Андрей Владимирович	К.т.н., доцент		

Юрга – 2020 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе.
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе.
P12	Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Агроинженерия

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Проскоков А.В.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич

Тема работы:

«Проект пункта технического обслуживания и диагностики автомобилей в условиях ООО «Автомотив Томск»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 9/с от 31.01.2020г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2020г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i>	1. Характеристика предприятия. 2. Схема генерального плана 3. Отчет по преддипломной практике.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Технологический расчет и подбор оборудования ПТО. 3. Конструкторская часть. Разработка стенда для диагностики генераторов. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Обоснование проекта (1 лист А1). 2. Схема расположения ПТО (1 лист А1). 3. Технологическая планировка ПТО (2 листа А1). 4. Конструкция стенда испытания и диагностики генераторов (2 листа А1).

	5. Технологическая карта диагностики генератора (1 листа А1). 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич		

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич

Институт	ЮТИ ТПУ		
Уровень образования	бакалавр	Направление	35.03.06 «Агроинженерия»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость приобретаемого оборудования	1. 669450 руб.
2. Общая годовая трудоемкость	2. 12650 чел-ч
3. Площадь мастерской	3. 171,78 м <sup>2</sup>
4. Система налогообложения	4. ЕНВД
5. Налоговая ставка	5. 15%
6. Тарифная ставка на электроэнергию	6. 7 руб/кВт
7. Тариф на воду	7. 170 руб/м <sup>3</sup>
8. Тариф на отопление	8. 932,7 руб/Гкал

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Расчет капитальных вложений в проект
2. Расчет фонда оплаты труда
3. Расчет затрат на изготовление конструкторской разработки
4. Расчет производственных расходов
5. Расчет налогов
6. Расчет годовых издержек
7. Расчет основных экономических показателей
8. Оценка экономической эффективности

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Техничко-экономические показатели (ФЮРА 51133.011)

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	06.02.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	К.пед.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	
Уровень образования	Бакалавр		35.03.06 «Агроинженерия»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Площадь ПТО 171м<sup>2</sup>. Ширина 12м, длина 18м, высота 3,5м. Стены бетонные, оштукатуренные и окрашенные в белый цвет, 4 окна шириной 0,91м, высотой 0,61м, крыша – металлочерепица.

Вредные и опасные производственные факторы на рабочем участке. При анализе условий труда на диагностическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении: запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; шум, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы станков и стендов.

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Необходимые требования безопасности при диагностики и ремонте генераторов. Для защиты глаз работающего от пыли и возможных повреждений применяют защитные очки. Для защиты органов дыхания применяют респираторы ШБ-1 “Лепесток”. Для защиты органов слуха используют средства индивидуальной защиты от шума – специализированные наушники.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);

Опасные факторы:

движущие части станков и стендов, автоматический инструмент;

температура нагретых поверхностей;

поражение электрическим током;

пожаровзрывоопасность.

Для обеспечения безопасной работы предложено использовать индивидуальные средства защиты: спец. Одежда, защитные очки и козырьки,

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	перчатки. Соблюдение норм пожарной безопасности.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	В связи с тем, что работа на ПТО сопровождается работой с опасными жидкостями для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальными емкостями для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Безопасность при возникновении ЧС
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Контроль за выполнением требований безопасности
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>06.02.2020</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
Группа 3-10Б51	Чавкин Иван Андреевич		

## Реферат

В данной выпускной квалифицированной работе в пояснительной записке, подведены итоги работы по проектированию пункта технического обслуживания и диагностирования легковых автомобилей компании «Автомотив Томск» в г. Юрга.

Выполнен анализ условий сервисных работ, предполагаемых охраной труда, рассмотрены нормы условий труда. Произведен расчет экономической эффективности от предполагаемой работы данного пункта технического обслуживания и диагностирования.

В конструкторской части дипломного проекта спроектирован стенд для испытания и диагностики генераторов.

Исследование предоставленные в данной пояснительной записки насчитывают – 68 стр., чертежей – 8 листов формата А1, таблиц – 14, схем и рисунков – 6.



## Abstract

In this graduate qualified work in an explanatory note, the results of work on the design of a point of maintenance and diagnostics of passenger cars of Avtomotiv Tomsk company in Yurga are summed up.

The analysis of the conditions of service work assumed by labor protection is carried out, the norms of working conditions are considered. The calculation of economic efficiency from the proposed operation of this point of technical maintenance and diagnosis.

In the design part of the diploma project, a stand was designed for testing and diagnostics of generators.

The study provided in this explanatory note totals - 68 pages, drawings - 8 sheets of A1 format, tables - 14, diagrams and figures - 6.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	15
1.1 Общая характеристика предприятия.....	15
1.2 Анализ неисправностей.....	15
1.3 Цели ВКР.....	17
Задачи проекта.....	17
2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	18
2.1 Исходные данные.....	18
2.2 Расчет годового объема работ.....	18
2.3 Распределение годовых объемов работ по видам и месту выполнения.....	18
2.4 Расчет численности рабочих.....	19
2.5 Расчет числа постов.....	21
2.6 Определение площадей и состава помещений .....	22
2.7 Определение потребности в технологическом оборудовании.....	23
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	25
3.1 Техничко - экономическое обоснование.....	25
3.2 Описание конструкции и принцип работы.....	26
3.2.1 Технические данные.....	26
3.2.2 Работа прибора.....	27
3.3 Расчет редуктора.....	28
3.3.1 Расчёт требуемой мощности электродвигателя.....	29
3.3.2 Определение мощностей.....	30
3.3.3 Выбор электродвигателя.....	30
3.3.4 Определение передаточного числа.....	31
3.3.5 Определение частот вращения и угловых скоростей валов.....	31
3.3.6 Определение крутящих моментов.....	31
3.3.7 Определение диаметров валов.....	32
3.4 Выбор муфты.....	32
3.5 Расчет зубчатой передачи редуктора.....	32

3.5.1 Расчет допускаемых напряжений.....	32
3.5.2 Расчет геометрических размеров передачи.....	33
3.5.3 Силы, действующие в зацеплении.....	35
3.5.4 Проверка зубьев на выносливость по напряжениям изгиба.....	35
3.6 Расчёт валов.....	37
3.6.1 Расчёт входного вала.....	37
3.6.2. Расчёт выходного вала.....	40
3.7 Выбор подшипников и определение их долговечности.....	42
3.7.1 Выбор подшипников для 1-го вала.....	42
3.7.2 Выбор подшипников для 2-го вала.....	43
3.8 Выбор шпонок и проверка их на смятие.....	44
3.8.1 Выбор шпонки для 1-го вала.....	44
3.8.2 Выбор шпонки для 2-го вала.....	45
3.8.3 Выбор смазки.....	45
3.8.4 Смазка редуктора.....	45
3.9 Техника безопасности при работе.....	46
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	47
4.1 Технологический процесс.....	47
4.2 Расчет фонда оплаты труда.....	49
4.3 Расчет затрат на проектирование и изготовление стенда для испытания и диагностики генераторов.....	50
4.4 Расчет производственных расходов.....	51
4.4.1 Расчет затрат на электроэнергию (за год).....	51
4.4.2 Расчет затрат на водопотребление и водоотведение.....	52
4.4.3 Расчет затрат на теплоснабжение.....	52
4.4.4 Расчет затрат за аренду помещения.....	53
4.4.5 Расчет налогов.....	53

4.5 Расчет годовых издержек.....	54
4.6 Основные экономические показатели деятельности.....	55
4.7 Оценка экономической эффективности.....	55
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	59
5.1 Описание рабочего места.....	59
5.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды.....	59
5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	61
5.4 Охрана окружающей среды.....	63
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	64
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	67

## ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом увеличивается количество легкового автотранспорта. Это связано с повышением платежеспособности населения, с гибкой системой автокредитования, с различными программами «tried-in» для приобретения как нового автотранспорта, так и автомобилей с пробегом у официальных дилеров. Хотя обновление легкового транспорта идет быстрыми темпами, но все еще велик процент автомобилей старше 10 лет и более, особенно отечественного производства.

Все чаще семьи с достатком выше среднего стараются приобрести вторую автомашину. Исходя из менталитета населения нашей страны можно сделать вывод, с большой долей вероятности, что техническое обслуживание автомобилей не всегда производят у официальных дилеров даже в гарантийный срок, в виду, высокой стоимости. Поэтому широкое распространение имеет сеть частных СТО и ПТО.

Для обеспечения работой данные предприятия технического сервиса должны быть оснащены всем необходимым оборудованием для оказания работ и услуг отвечающим всем стандартам и нормам.

Актуальным остается вопрос не только открытия новых СТО и ПТО, но и переоборудование и перепрофилирование уже существующих согласно спросу на проведение тех или иных работ и услуг.

Внедрение в работу современного технологического оборудования для оказания работ и услуг, повышение квалификации рабочего персонала, а также заинтересованность его в выполнении качественных и производительных работ благоприятно сказывается на работе ПТО.

Механизация ручного труда является неотъемлемым признаком усовершенствования работы СТО и ПТО. Чем выше процент механизации и использования новейшего оборудования, в процессе обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей, тем быстрее и качественнее совершаются выше упомянутые работы и услуги.

На ряду с использованием современного оборудования и механизации ручного труда, необходимо разработка прогрессивных методов организации труда на станция и пунктах технического обслуживания и диагностики.

# 1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 1.1 Общая характеристика предприятия

Федеральная торгово-сервисная сеть «АВТОМОТИВ» работает уже более 25 лет в 44 городах России. Это один из крупнейших аккумуляторных ритейлеров: розничная сеть работает в 17 регионах России от Москвы до Владивостока и насчитывает более 100 магазинов.

Изучив работу коллег из других регионов и оценив спрос на оказание услуг по диагностике и ремонту электрооборудования автомобилей в г. Юрга руководством компании Томского филиала было предложено открыть пункт технического обслуживания и диагностики.

Перечень предоставляемых услуг:

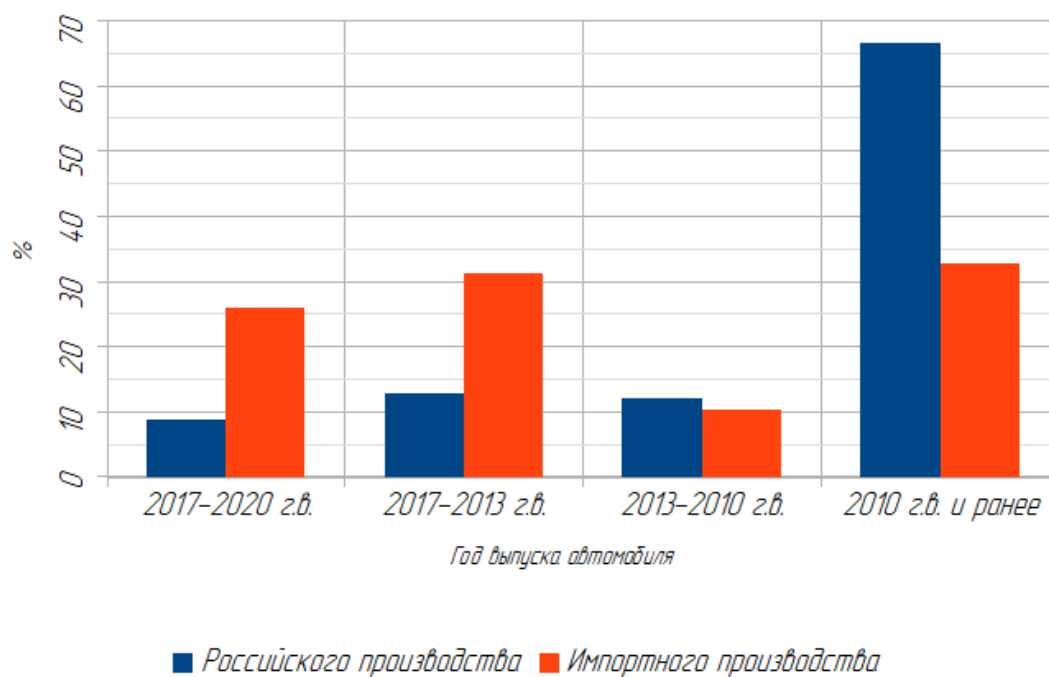
- техническое обслуживание;
- диагностика электрооборудования автомобилей;
- ремонт электрооборудования автомобилей;
- мелко срочный ремонт.

## 1.2 Анализ неисправностей

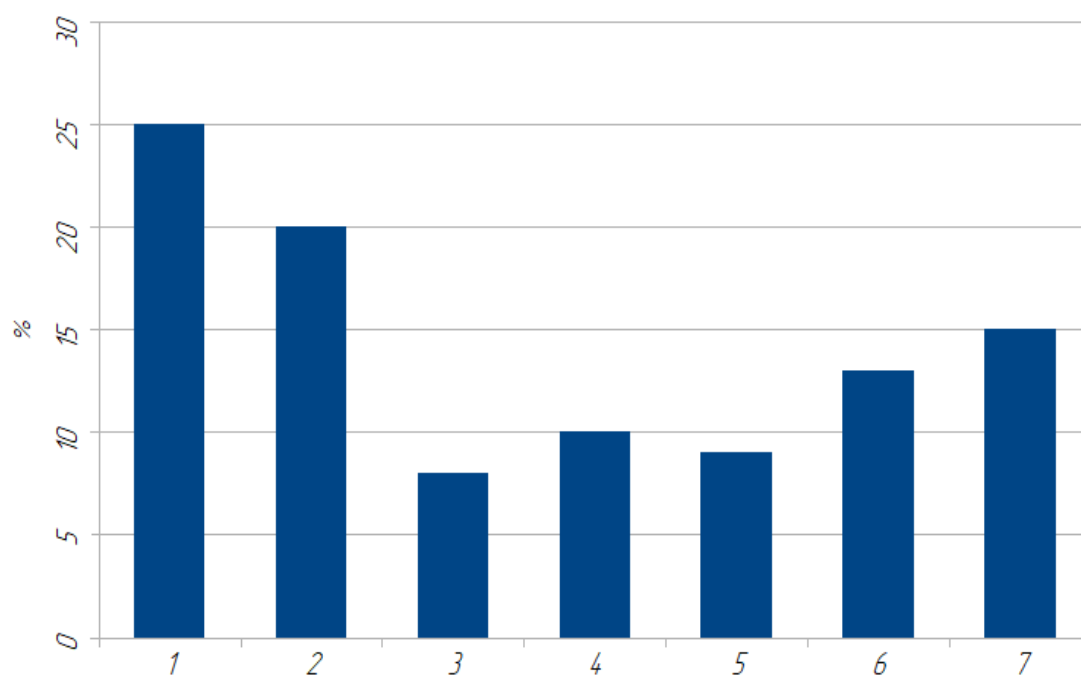
Для корректной работы всех систем автомобиля необходимо своевременно проводить техническое обслуживание.

На рисунке 1.1 представлен состав парка легковых автомобилей по г. Юрга. Очень велик процент автомобилей старше 10 лет, особенно отечественного производства, что влечет за собой более частый отказ механизмов и агрегатов, в том числе и электрооборудования.

*Состав парка легковых автомобилей по г. Юрга.*



*Рисунок 1.1 Состав парка легковых автомобилей по г. Юрга по году выпуска.*

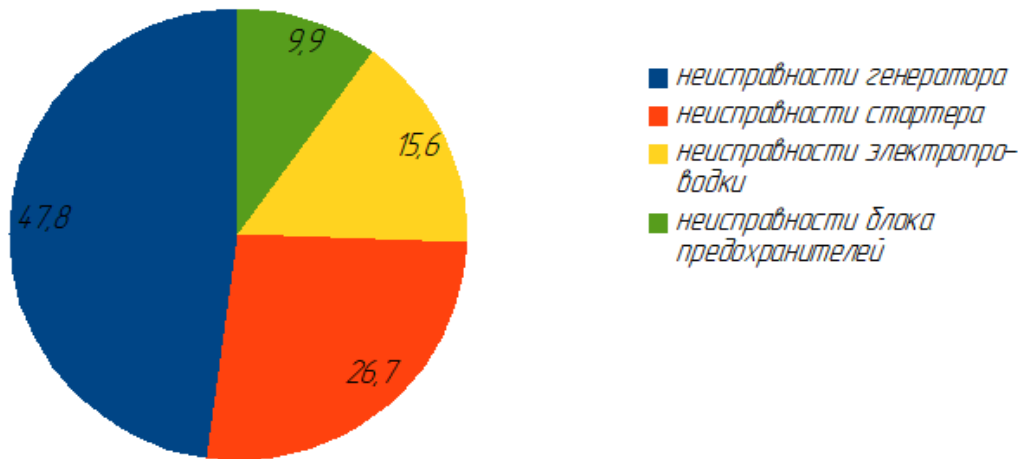


*Рисунок 1.2 Распределение неисправностей агрегатов и систем автомобиля.*



1 - агрегаты трансмиссии, 2 – ДВС, 3 - ходовая часть, 4 - рулевое управление, 5 - тормозная система, 6 – электрооборудование, 7 - кузовные работы.

*Распределение неисправностей электрооборудования и электрики автомобилей.*



*Рисунок 1.3 Распределение неисправностей электрооборудования и электрики автомобилей.*

На рисунке 1.3 изображено распределение неисправностей электрооборудования и электрики автомобилей в процентном соотношении. Практически половина неисправностей связана с выходом из строя генератора.

### 1.3 Цели ВКР

Задачи проекта:

1. Аналитика по теме: проектирование пункта технического обслуживания и диагностики «Автомотив Томск» в г. Юрга.
2. Технологические расчеты.
3. Конструкторская часть.
4. Финансовый менеджмент.
5. Социальная ответственность.

## 2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

### 2.1 Исходные данные

Исходные данные для расчета:

- число условно обслуживаемых автомобилей в год  $N_{\text{сто}}$ , шт.....550
- число рабочих дней в году  $D_{\text{раб г}}$ .....364
- продолжительность рабочей смены  $T_{\text{с,ч}}$  .....8
- количество рабочих смен .....2

### 2.2 Расчет годового объема работ

Годовой объем работ ПТО включает работы и услуги по ТО, диагностики, а также ремонту электрооборудования автомобилей.

Годовой объем работ рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{N_{\text{сто}} * L_{\text{г}} * t_{\text{то-тр}}}{1000}$$

где  $N_{\text{сто}}$  - число условно обслуживаемых автомобилей в год, шт.;

$L_{\text{г}}$  – среднегодовой пробег автомобиля, км. (принимаем 10000 км.);

$t_{\text{то-тр}}$  – удельная трудоемкость ТО и ТР, чел-ч/1000 км (принимаем 2,3)

$$T = \frac{550 * 10000 * 2,3}{1000} = 12650 \text{ чел. –ч}$$

### 2.3 Распределение годовых объемов работ по видам и месту выполнения

В настоящее время техническое обслуживание и ремонт автомобилей производится на базе готовых деталей, узлов и механизмов. Поэтому эти работы (услуги) выполняются на рабочих постах. Выполнение таких работ предусматривается на рабочих постах, оснащенных соответствующим оборудованием и оргоснасткой, так и в обособленных помещениях с соблюдением необходимых противопожарных мер и санитарно-гигиенических требований. Выбор определяется объёмом работ, численностью работающих, планировкой помещения и организацией работ ПТО.

Таблица 2.1 – Распределение годовых объемов работ.

Вид работ	Распределение объёма работ ТО и ТР по видам		Распределение объема работ ТО и ТР по месту выполнения			
			На рабочих постах		На производственных участках	
	%	чел-ч.	%	чел-ч.	%	чел-ч.
Диагностические	15	1898	80	1518	20	380
ТО и ТР	35	4427	100	4427	-	-
Ремонт электрооборудования и электрики	50	6325	15	949	85	5376
Итого:	100	12650	-	6894		5756

#### 2.4 Расчет численности рабочих

Технологически необходимое (явочное) число производственных рабочих  $P_T$  и штатное  $P_{ш}$  рассчитывается по формуле:

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_{ш}}$$

$$P_T = \frac{T}{\Phi_T}$$

где  $T$  - годовой объем работ, чел.-ч;

$\Phi_T$  и  $\Phi_{ш}$  - соответственно годовой фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе и штатного рабочего, ч.

При 40 ч рабочей недели и 28 днях отпуска принимают  $\Phi_T=2020$  ч и  $\Phi_{ш}=1800$  ч соответственно.

Таблица 2.2 – Результаты расчета численности производственных рабочих ТО и ТР по видам работ и месту выполнения.

Виды работ	Объем выполняемых работ, чел-ч.	Численность производственных рабочих			
		Р <sub>т</sub>		Р <sub>ш</sub>	
		расч.	прин.	расч.	прин.
Диагностические	1898	0,9	1	1,05	1
ТО и ТР	4427	2,1	2	2,34	2
Ремонт электрооборудования и электрики	6325	3,1	3	3,45	3
Итого:	12650		6		6

Кадровый состав ПТО: автоэлектрик – 4 чел.; автомеханик – 2 чел.

Таблица 2.3 – Результаты расчета численности производственных рабочих ТО и ТР по видам работ и месту выполнения.

Виды работ	Выполняемый объем работ		Численность производственных рабочих							
	На постах	На производ. участках	На постах				На производ. участках			
	чел-ч.	чел-ч.	расч.		прин.		расч.		прин.	
			Р <sub>т</sub>	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>ш</sub>
Диагностические	1518	380	0,7	0,8	1	1	0,2	0,2	-	-
ТО и ТР	4427	-	2,1	2,4	2	2	-	-	-	-
Ремонт электрооборудования и электрики	949	5736	0,4	0,5	-	1	2,8	3,1	3	3
Итого:	6894	5756	3,2	3,7	3	4	3	3,3	3	3

## 2.5 Расчет числа постов

Рабочие посты - это автомобиле-места, оснащенные соответствующим технологическим оборудованием и предназначенные для технического воздействия на автомобиль, поддержания и восстановления его технически исправного состояния и внешнего вида.

Число рабочих постов рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{T_{\text{п}} * \varphi}{D_{\text{р.г}} * T_{\text{см}} * C * P_{\text{п}} * \eta_{\text{п}}}$$

где  $T_{\text{п}}$  - годовой объем постовых работ, чел.-ч;

$\varphi$  - коэффициент неравномерности загрузки постов (принимается 1,15);

$D_{\text{р.г}}$  - число рабочих дней в году;

$T_{\text{см}}$  - продолжительность смены, ч;

$C$  - число смен;

$P_{\text{п}}$  - среднее число рабочих на посту, чел (принимается 1);

$\eta_{\text{п}}$  - коэффициент использования рабочего времени поста (принимается 0,9).

Таблица 2.4 – Результаты расчета рабочих постов по видам работ.

Вид работ	Объем выполняемых работ, чел.-ч.	Число рабочих постов	
		расчетное	принятое
Диагностические	1898	0,3	-
ТО и ТР	4427	0,8	1
Ремонт электрооборудования и электрики	6325	1,7	2
Итого:	12650	2,8	3

Из таблицы видно, что диагностические работы целесообразно производить рабочих постах ТО и ТР.

## 2.6 Определение площадей и состава помещений

Состав и площади помещений рассчитываются исходя из размером пункта обслуживания и видами выполняемых работ.

Площади ПТО по своему функциональному назначению подразделяются на:

- производственные (зоны постовых работ, производственные участки);
- складские;
- бытовые (гардероб, туалеты, душевые);

Производственная площадь определяется следующим образом:

$$F = f_a * X * K_n$$

где  $f_a$  - площадь, занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам), м<sup>2</sup>;

$X$  – число постов;

$K_n$  - коэффициент плотности расстановки постов.

Коэффициент  $K_n$  представляет собой отношение площади, занимаемой автомобилями, проездами, проходами, рабочими местами, к сумме площадей проекции автомобилей в плане. Значение  $K_n$  зависит в основном от расположения постов. При двухсторонней расстановке постов  $K_n = 4 \dots 5$ .

$$F = 8 * 4 * 4,5 = 144 \text{ м}^2$$

Общая производственная площадь (рабочих постов и участков) 144 м<sup>2</sup>.  
Площадь складских помещений принимают из расчета 7...10% от площади производственных, бытовых 10...15%.

Складские помещения принимаем из расчета 7% от производственной площади:

$$144 * 0,07 = 10 \text{ м}^2$$

Санитарно-бытовые помещения принимаем из расчета 10% от производственной площади:

$$144 * 0,1 = 14 \text{ м}^2$$

Общая расчетная площадь помещений ПТО:

$$144 + 10 + 14 + 4,8 = 172,8 \text{ м}^2$$

## 2.7 Определение потребности в технологическом оборудовании

Определение потребности ПТО в оборудовании заключается в подборе оптимального технологического оборудования, оргоснастки (верстаки, стеллажи и т.д.) и установлении его количества.

Перечень необходимого технологического оборудования определяется на основе выполняемых станцией видов услуг (работ) с учетом соблюдения сертификационных требований. При выборе технологического оборудования необходимо учитывать:

- специализацию и виды выполняемых работ на постах и участках ТО и ТР;
- техническую характеристику и область применения данного вида оборудования;
- приспособленность его для автомобилей, заезжающих на ПТО;
- организацию и технологию ТО и ТР на ПТО;
- экономические показатели ТО и ТР и оборудования (стоимость работ, оборудования, эффективность его использования, затраты на приобретение и др.).

При подборе оборудования используются различные справочники, каталоги выпускаемого (продаваемого) оборудования, таблицы технологического оборудования.

Таблица 2.5 – Перечень необходимого оборудования, оргоснастки и инструментов.

№ п/п	Наименование	Габаритные размеры, мм	Количество	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>
1	Подъемник 2-стоечный Т4, г/п 4т	3420×465	1	1,6
2	Компрессор Garage PK 40	725×325×680	2	0,5
3	Стенд для испытания генераторов	1200×1065×600	1	0,6
4	Верстак PROFFI 112	870×1200×700	3	2,5
5	Стол промышленный	1000×700	2	0,7
6	Стеллаж металлический складской МКФ 15764	2000×1520×760	2	2,2

7	Шкаф инструментальный MLST 14	1870×930×511	2	1,0
8	Маслосборник для отработанного масла 80 л TS 2081	500×520×915	1	0,25
9	Тележка инструментальная ML4C	855×600×400	2	0,48
10	Станок сверлильный настольный Корвет 48	470×320	1	0,15
11	Станок токарный настольный OPTIMUM TU2004V	830×425×360	1	0,3
12	Ларь для хранения обтирочных материалов	600×400×600	1	0,24
13	Ларь для отходов	600×400×600	1	0,24
14	Ручной нанос для масла CH8017A		1	
15	Тиски слесарные 125		4	
16	Набор инструментов (108 предметов) Арсенал АА-С1412L108		2	
17	Ключ динамометрический щелчковый Арсенал		1	
18	Пневмогайковерт RT-5270		2	
19	Вилка нагрузочная Автоэлектрика Н-2001		1	
20	Тестер DHC BT 002		1	
21	Домкрат подкатной гидравлический 3т		1	
22	Паяльная станция ELEMENT 898BD		1	
23	Лежак подкатной TS 2007-2		1	
24	Заточной станок Корвет 489	360×280	1	0,1



### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Новые виды технологического оборудования все больше находят применение в современных пунктах технического обслуживания. Оснащение данного оборудования различными приводами существенно сокращает долю ручного труда. Внедрение нового оборудования является главной задачей при механизации ручного труда сотрудников ПТО.

Более простым в эксплуатации является технологическое оборудование с электроприводом, к тому же данное оборудование экологичнее чем оборудование с гидроприводом и безопаснее чем оборудование с пневмоприводом. Единственный недостаток электропривода перед остальными в том, что он создает меньше усилие. Несмотря на это он применяется довольно широко.

Применять электропривод можно на всей территории ПТО, так как все рабочие посты оснащены подводом электросети.

#### 3.1 Техничко - экономическое обоснование

Большую часть затрат, при эксплуатации автотранспорта составляет техническое обслуживание и ремонт. Наименее механизированный участок ПТО – участок диагностики и ремонта электрооборудования. Проектируемый стенд предназначен для диагностики и испытания генераторов, снятых с автомобиля. Стенд прост в эксплуатации и позволяет сократить время диагностики и повысить качество предоставляемых услуг.

### 3.2 Описание конструкции и принцип работы

Проектируемый стенд состоит из электродвигателя, цилиндрического одноступенчатого редуктора, ременной передачи, блока управления и блока индикации.

Стенд для диагностики предназначен для контроля функционирования генератора автомобиля. Данное оборудование позволяет оперативно диагностировать малейшую неисправность, чтобы в дальнейшем ее устранить. Он имитирует рабочий режим и позволяет измерить выходные характеристики практически всех известных марок генераторов.

#### 3.2.1 Технические данные

Напряжение питания – 380 В.

Тип привода – асинхронный трехфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 2,2 кВт с повышающим цилиндрическим редуктором.

Регулирование оборотов – микропроцессорным инвертором «XSU-A1» мод. – 220/3.

Частота вращения шкива генератора – от 0 до 5000 об/мин.

Мощность испытываемых генераторов – до 2 кВт.

К параметрам генераторных установок, которые необходимо контролировать во время испытаний, относятся:

- напряжение на выходе генератора в зависимости от частоты вращения ротора в режиме холостого хода (без нагрузки),
- начальная частота вращения отдачи генератора,
- ток в расчетной точке нагрузочной характеристике,
- ток возбуждения,
- максимальный ток генератора при частоте вращения 5000 об/мин.,
- выходное напряжение генератора при заданных параметрах частоты вращения,

- температура и ток в горячем состоянии установки,
- диапазон изменения напряжения генератора при изменении его выходного тока,
- минимальная частота переключения выходного транзистора регулятора напряжения,
- падение напряжения на выходе при максимальном токе возбуждения.

Параметры определяются в холодном и горячем состоянии генераторной установки.

### 3.2.2 Работа прибора

Устанавливаем агрегат на рабочую площадку. Шкив должен находиться соосно используемому ремню. Закрепляем генератор на рабочей площадке. Фиксируем агрегат на рабочей площадке. Подаем ремень на необходимую длину, устанавливаем его на шкив генератора.

Затягиваем ремень до момента, пока натяжение не будет приблизительно соответствовать натяжению на автомобиле.

Подключаем силовой провод с многофункциональным зажимом "крокодил" на корпус агрегата, это масса, соединенная с «- АКБ».

Включаем кнопку «Проверка генератора стартера», выбираем необходимое напряжение кнопкой «12В/24В», в зависимости от характеристик проверяемого генератора.

Подключаем провод В+ к силовому выводу генератора.

Подключаем разъемы стенда к соответствующим выводам реле регулятора генератора.

Вращаем ручку «Обороты привода» в левую или правую сторону, в зависимости от направления вращения генератора. Почти все генераторы вращаются в левую сторону.

Исправный генератор начинает генерацию с 700-850 оборотов привода.

Увеличиваем нагрузку генератора. Вращаем регулятор «Нагрузка» по часовой стрелке. Вращение против часовой стрелки, уменьшает нагрузку.

Различают следующие ТСХ, определяемые следующими условиями:

- при самовозбуждении, когда цепь обмотки возбуждения питается от генератора;
- в случае независимого возбуждения, когда цепь обмотки питается от независимого источника;
- для генераторной установки, у которой регулятор включен в схему;
- для генератора, у которого регулятор отключен;
- в холодном состоянии при температуре узлов генератора 15...35 °С;
- в нагретом состоянии до установившегося теплового режима.

В нормативно-технической документации на генераторные установки обычно устанавливают численные значения:

1. начальной частоты вращения ротора на холостом ходу  $n_0$ , соответствующей заданному напряжению генератора без нагрузки;
2. максимальной силы тока генератора  $I_{dmax}$ . Автомобильные вентильные генераторы обладают самоограничением при токе  $I_{dmax}$ , значение которого близко к току короткого замыкания, генератор при дальнейшем увеличении частоты вращения большего тока не вырабатывает. Для автомобильных вентильных генераторов  $I_{dmax}$  определяется при частоте вращения 5000 об/мин.

Корпус прибора изготовлен из металлического уголка 25×25×4, а стенки из листа металла толщиной 2 мм. В приборе применен одноступенчатый цилиндрический редуктор-мультипликатор.

### 3.3 Расчет редуктора

Исходные данные:

$$P_{\text{вых}} = 2 \text{ кВт};$$

$$n_{\text{вых}} = 6000 \text{ об/мин};$$

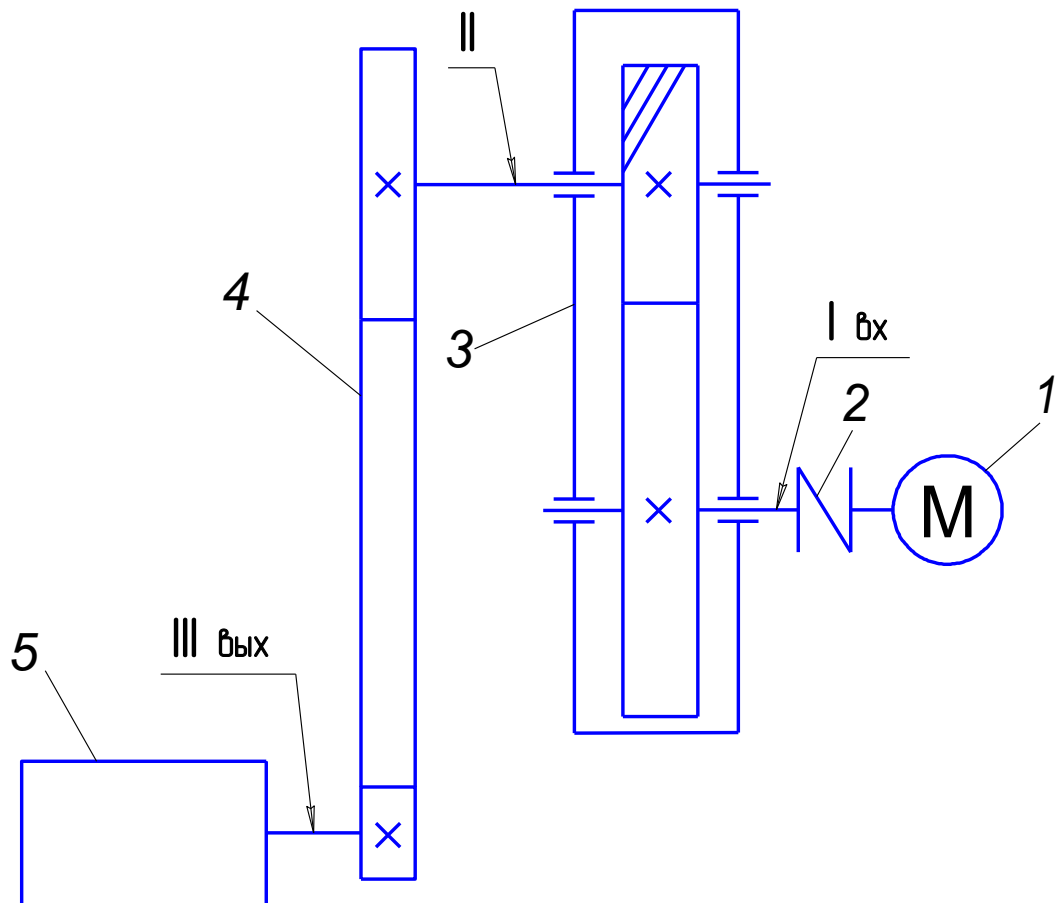


Рисунок 3.1 Кинематическая схема привода.

1 – электродвигатель;

2 – муфта;

3 – редуктор.

4 – ременная передача;

5 – генератор.

### 3.3.1 Расчёт требуемой мощности электродвигателя

Требуемая мощность электродвигателя.

$$P_{\text{треб}} = P_{\text{вх}} / \eta_{\Sigma} \quad \text{кВт},$$

где  $\eta_{\Sigma}$  - суммарное КПД привода.

$$P_{\text{вх}} = P_{\text{вых}} \times U_{\text{рем}} \times U_{\text{ред}}$$

$$\eta_{\Sigma} = \eta_z \times \eta_{\text{шп}}^3 \times \eta_{\text{рем}} \times \eta_{\text{м}},$$

где  $\eta_z = 0,98$  - КПД зубчатой передачи,

$\eta_{\text{шп}} = 0,99$  - КПД пары подшипников,

$\eta_{\text{м}} = 0,98$  - КПД муфты,

$\eta_{\text{рем}} = 0,97$  - КПД ременной передачи.

$$\eta_{\Sigma} = 0,98 \times 0,99^3 \times 0,97 \times 0,98 = 0,9.$$

$$P_{\text{треб}} = 0,2 \times 3 \times 3 / 0,9 = 2 \text{ кВт.}$$

Мощность выбранного электродвигателя должна быть не ниже рассчитанной:  $P_{\text{дв}} \geq P_{\text{треб}}$

### 3.3.2 Выбор электродвигателя

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{вых}} / U_{\text{рем max}} / U_{\text{ред max}}$$

$$n_{\text{дв}} = 6000 / 3 / 3 = 667 \text{ об/мин.}$$

По ГОСТ 19 523 – 81 по требуемой мощности  $P_{\text{треб}} = 2$  кВт выбираю электродвигатель трехфазный асинхронный короткозамкнутый серии 4А закрытый, с синхронной частотой вращения  $n_{\text{син}} = 750$  об/мин

АИР 112МА8 с параметрами:

$$P_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт, } n_{\text{син}} = 750 \text{ об/мин, } S = 2\%, n_{\text{дв}} = 735 \text{ об/мин,}$$

диаметр вала  $d=32$  мм.

### 3.3.3 Определение передаточного числа

$$U_{\Sigma} = n_{\text{дв}} / n_{\text{вых}},$$

$$U_{\Sigma} = 6000 / 735 = 8,16;$$

Принимаем стандартное значение передаточного числа для привода, состоящего из электродвигателя, редуктора и ременной передачи:  $U_{\text{станд.}}=9$  (ГОСТ 2185-66).

Выбираем передаточное число для редуктора из 1-го стандартного ряда  $U_{\text{ред}} = 3$ , и для ременной передачи  $U_{\text{рем}} = 3$

### 3.3.4 Определение мощностей

$$P_1 = P_{\text{дв}} \times \eta_{\text{м}} \times \eta_{\text{пп}},$$

$$P_1 = 2,2 \times 0,98 \times 0,99 = 2,13 \text{ кВт.}$$

$$P_2 = P_1 \times \eta_3 \times \eta_{\text{пп}},$$

$$P_2 = 2,13 \times 0,98 \times 0,99 = 2,07 \text{ кВт.}$$

$$P_3 = P_2 \times \eta_{\text{рем}} \times \eta_{\text{пп}},$$

$$P_3 = 2,07 \times 0,97 \times 0,99 = 2 \text{ кВт.}$$

### 3.3.5 Определение частот вращения и угловых скоростей валов

$$n_{\text{дв}} = n_1 = 735 \text{ об/мин},$$

$$n_2 = n_1 \times U_1,$$

$$n_2 = 735 \times 3 = 2205 \text{ об/мин},$$

$$n_3 = n_1 \times U_{\Sigma}$$

$$n_3 = 735 \times 9 = 6615 \text{ об/мин.}$$

$$\omega_1 = \pi \times n_1 / 30,$$

$$\omega_1 = 3,14 \times 735 / 30 = 76,9 \text{ рад/с},$$

$$\omega_2 = \pi \times n_2 / 30$$

### 3.3.6 Определение крутящих моментов

$$T_1 = 9550 \times P_1 / n_1,$$

$$T_1 = 9550 \times 2,13 / 735 = 27,7 \text{ Нм},$$

$$T_2 = 9550 \times P_2 / n_2,$$

$$T_2 = 9550 \times 2,07 / 2205 = 8,96 \text{ Нм},$$

$$T_3 = 9550 \times P_3 / n_3,$$

$$T_3 = 9550 \times 2 / 6615 = 2,9 \text{ Нм.}$$

### 3.3.7 Определение диаметров валов

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{16T_i}{\pi[\tau_k]}}$$

где  $[\tau_k]$  – допускаемое напряжение,

$$[\tau_k] = 25 \text{ МПа.}$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \times 27,7 \times 10^3}{3,14 \times 25}} = 17,8 \text{ (мм)} - \text{выбираем значение из}$$

стандартного ряда R40 и принимаем  $d_1 = 20 \text{ мм.}$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \times 8,96 \times 10^3}{3,14 \times 25}} = 12,2 \text{ (мм)} - \text{принимаем } d_2 = 16 \text{ мм.}$$

Таблица 3.1 - Энергокинематические параметры.

Валы	$U_i$	$n_i$ , об/мин	$P_i$ , кВт	$T_i$ , Нм	$\omega_i$ , рад/с	$d_i$ , мм
1	3	735	2,13	27,7	76,9	20
2	3	2205	2,07	8,96	230,8	16
3		6615	2,0	2,9	692,4	--

### 3.4 Выбор муфты

Для соединения вала электродвигателя и вала редуктора применяю муфту втулочную по ГОСТ 24246-96.

### 3.5 Расчет зубчатой передачи редуктора

#### 3.5.1 Расчет допускаемых напряжений

$$[\sigma_H] = \sigma_H \lim \sigma \times K_{H\beta} / [S_H], \text{ МПа}$$

где  $\sigma_H \lim \sigma$  - предел контактной выносливости при базовом числе циклов.  $\sigma_H \lim \sigma = 2HVB + 70$ .

$K_{H\beta}$  – коэффициент долговечности,  $K_{H\beta} = 1$ .



$[S_H]$  – коэффициент безопасности,  $[S_H] = 1,1$  (для колес с однородной структурой).

- для шестерни  $[\sigma_{H1}] = (2 \times 230 + 70) \times 1/1,1 = 482$  МПа.

- для колеса  $[\sigma_{H2}] = (2 \times 200 + 70) \times 1/1,1 = 428$  МПа.

Для косозубых колес расчетное допускаемое контактное напряжение.

$$[\sigma_H] = 0,45 \times ([\sigma_{H1}] + [\sigma_{H2}]).$$

$$[\sigma_H] = 0,45 \times (482 + 428) = 410 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_H] \leq 1,23 \times [\sigma_{H2}] - \text{требуемое условие выполнено.}$$

### 3.5.2 Расчет геометрических размеров передачи

#### 1) Межосевое расстояние.

$$a_w = K_a \times (U + 1) \times \sqrt[3]{\frac{T_2 \times K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \times u^2 \times \psi_{ba}}}, \text{ мм}$$

где  $K_a = 43$  – для косозубых колес;

$K_{H\beta} = 1,25$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ширине венца;

$\psi_{ba1} = 0,4$  – коэффициент ширины венца по межосевому расстоянию.

$$a_w = 43 \times (4 + 1) \times \sqrt[3]{\frac{3607 \times 10^3 \times 1,25}{(514,3)^2 \times 4^2 \times 0,6}} = 56,9 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 2185 – 66  $a_w = 63$  мм

Ширина колеса:

$$B_1 = \psi_{ba1} \times a_w = 0,4 \times 63 = 25 \text{ мм,}$$

Ширина шестерни:

$$B_2 = b_1 + 5 = 30 \text{ мм.}$$

#### 2) Нормальный модуль зацепления.

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \times a_w = 0,63 \div 1,25 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 9563 – 60  $m_n = 1$  мм,

#### 3) Суммарное число зубьев.

$$Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 .$$

$$Z_{\Sigma} = 2 \times a_w \times \cos \beta / m_n ,$$

Примем предварительно угол  $\beta = 10^\circ$ .

$$Z_{\Sigma} = 2 \times 63 \times \cos 10^\circ / 1 = 124.$$

$$Z_2 = 2 \times a_w \times \cos \beta_1 / [(U + 1) \times m_n],$$

$$Z_2 = 2 \times 63 \times \cos 10^\circ / [(3 + 1) \times 1] = 31.$$

$$Z_1 = Z_{\Sigma} - Z_2 ,$$

$$Z_1 = 124 - 31 = 93.$$

Уточненное значение угла наклона зубьев:

$$\cos \beta_1 = (Z_2 + Z_1) \times m_n / 2 \times a_w ,$$

$$\cos \beta_1 = (31 + 93) \times 1 / 2 \times 63 = 0,984,$$

$$\beta_1 = 10^\circ 02'$$

Фактическое передаточное число  $U_{\phi}$ .

$$U_{\phi 1} = Z_1 / Z_2 ,$$

$$U_{\phi 1} = 93 / 31 = 3$$

$$\Delta U_{\phi 1} = [(U_1 - U_{\phi 1}) / U] \times 100\% = [(3 - 3) / 3] \times 100\% = 0\% < [\Delta U] = 4\%$$

Число зубьев шестерни и колеса были рассчитаны верно.

4) Делительные диаметры.

$$d_1 = (m_n / \cos \beta) \times Z_1 ,$$

$$d_1 = (1 / 0,984) \times 93 = 94,51 \text{ мм.}$$

$$d_2 = (m_n / \cos \beta) \times Z_2 ,$$

$$d_2 = (1 / 0,984) \times 31 = 31,5 \text{ мм,}$$

Проверка:

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2 ,$$

$$a_w = (31,5 + 94,51) / 2 = 63 \text{ мм.}$$

Вывод: делительные диаметры были рассчитаны верно.

5) Диаметры вершин зубьев.

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 94,51 + 2 \times 1 = 96,51 \text{ мм.}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 31,5 + 2 \times 1 = 33,5 \text{ мм,}$$

6) Диаметры впадин зубьев.

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \times m_n = 94,51 - 2,5 \times 1 = 92,01 \text{ мм.}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 \times m_n = 31,5 - 2,5 \times 1 = 29 \text{ мм,}$$

7) Окружная скорость колес и степень точности передачи.

$$V = \omega_1 \times d_1 / 2 = 76,9 \times 94,51 / 2 \times 10^3 = 3,63 \text{ м/с ,}$$

для косозубых колес следует применять 8–ю степень точности.

### 3.5.3 Силы, действующие в зацеплении

Окружная:  $F_t = 2T_1 / d_1$ ,

$$F_t = 2 \times 27,7 \times 10^3 / 94,51 = 0,586 \text{ кН.}$$

Радиальная:  $F_r = F_t \times \tan \alpha / \cos \beta$ ,

$$F_r = 0,586 \times \tan 20^\circ / \cos 10^\circ 02' = 0,214 \text{ кН.}$$

Осевая:  $F_a = F_t \times \tan \beta$ ,

$$F_a = 0,586 \times \tan 10^\circ 02' = 0,103 \text{ кН.}$$

### 3.5.4 Проверка зубьев на выносливость по напряжениям изгиба

1) Напряжения изгиба.

$$\sigma_F = F_t \times K_F \times K_{F\beta} \times Y_\beta \times K_{F\alpha} / b \times m_n < [\sigma_F] \text{ МПа,}$$

где  $K_F$  - коэффициент нагрузки,

$$K_F = K_{F\beta} \times K_{Fv} \text{ , где}$$

$$K_{F\beta} = 1,33$$

$$K_{Fv} = 1,3$$

$$K_F = 1,73.$$

$Y_F$  – коэффициент, учитывающий форму зуба.

2) Эквивалентное число зубьев.

Колеса:

$$Z_{v1} = Z_1 / \cos^3 \beta,$$

$$Z_{v1} = 93 / 0,984^3 = 98$$

Шестерни:

$$Z_{v2} = Z_2 / \cos^3 \beta,$$

$$Z_{v2} = 31 / 0,984^3 = 33$$

3) Коэффициент, учитывающий форму зуба.

$Y_F$  – коэффициент, учитывающий форму зуба.

$$Y_{F2} = 3,84 \quad Y_{F1} = 3,6$$

4) Допускаемое напряжение.

$$[\sigma_F] = \sigma_{F \lim b} / [S_F], \text{ мПа},$$

$$\text{где } \sigma_{F \lim b} = 1,8 \times HВ,$$

$$\text{Шестерня: } \sigma_{F \lim b} = 1,8 \times 230 = 415 \text{ мПа},$$

$$\text{Колесо : } \sigma_{F2 \lim b} = 1,8 \times 200 = 360 \text{ мПа}.$$

$[S_F]$  – коэффициент безопасности.

$$[S_F] = [S_F'] \times [S_F''],$$

$$[S_F'] = 1,75$$

$$[S_F''] = 1$$

$$[S_F] = 1,75.$$

$$[\sigma_F]_1 = 415 / 1,75 = 237 \text{ мПа},$$

$$[\sigma_F]_2 = 360 / 1,75 = 206 \text{ мПа}.$$

### 3.6 Расчёт валов

#### 3.6.1 Расчёт входного вала

Проектный расчёт и эскизная компоновка входного вала.

1) Силы в зацеплении:

$$\text{- окружная } F_t = \frac{2T_1}{d_1} = 586 \text{ Н}$$

$$\text{- радиальная } F_r = \frac{F_t \times \operatorname{tg} \alpha_w}{\cos \beta} = 214 \text{ Н}$$

$$\text{- осевая } F_a = F_t \times \operatorname{tg} \alpha = 103 \text{ Н}$$

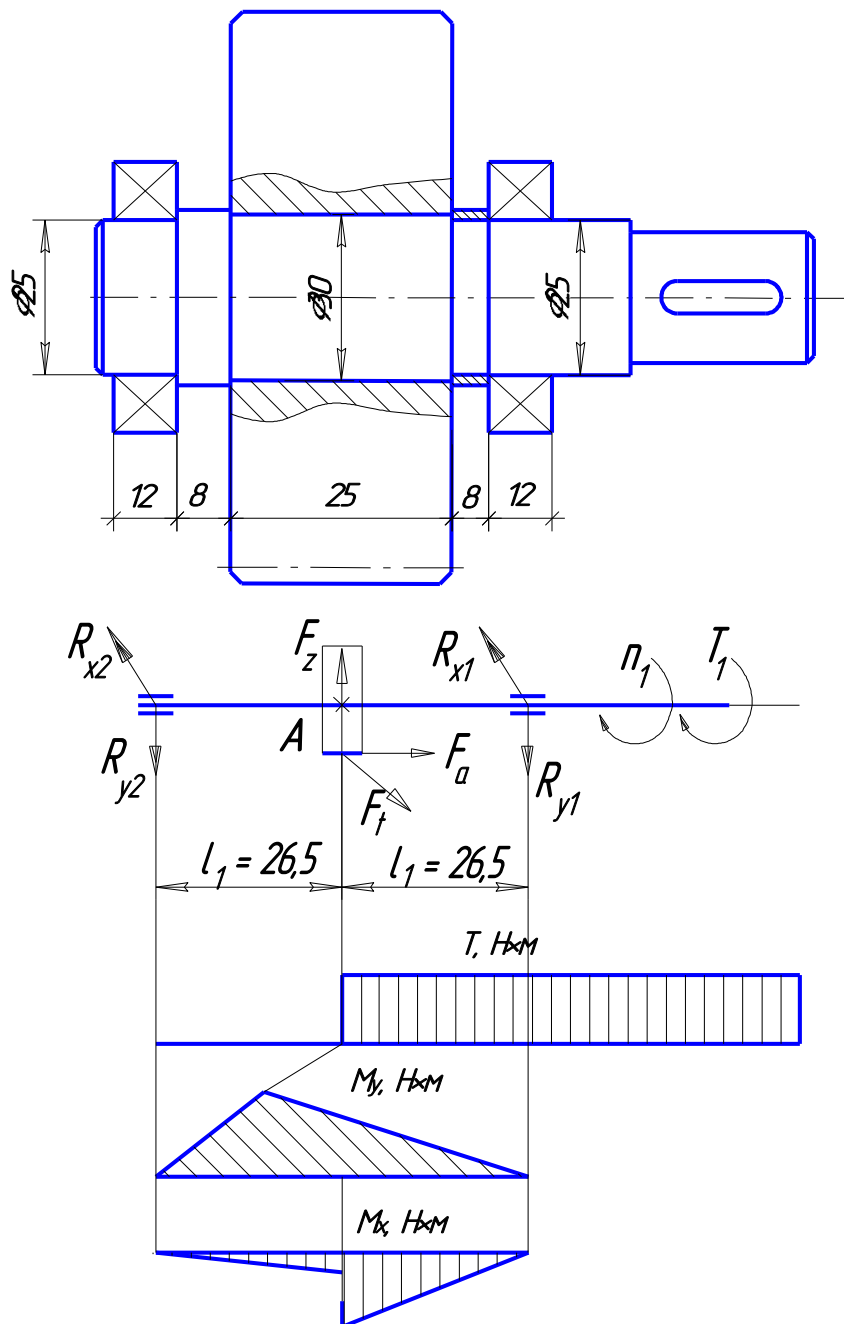


Рисунок 3.2 Расчетная схема входного вала.

2) Реакции опор:

Плоскость XZ:

$$R_{x1} = R_{x2} = F_t / 2 = 293 \text{ Н.}$$

Плоскость YZ:

$$-R_{y1} l + F_r \times l/2 - F_a \times d_1/2 = 0$$

$$R_{y1} = (F_r \times 11/2 - F_a \times d_1/2) / l = (214 \times 26,5 - 103 \times 47,2) / 53 = 15,2 \text{ Н.}$$

$$R_{y2} = -(F_r \times 11/2 - F_a \times d_1/2) / l = (214 \times 26,5 + 103 \times 47,2) / 53 =$$

$$R_{y2} = 198,7 \text{ Н}$$

Проверка:

$$R_{y1} + R_{y2} - F_r = 15,2 + 198,7 - 214 = 0.$$

3) Изгибающие моменты:

а) «M<sub>y</sub>»:

$$M(A) = R_{x1} \times 26,5 = 7,7 \text{ (Н} \times \text{м)}$$

б) «M<sub>x</sub>»:

$$M(A) = R_{y1} \times 26,5 = 0,4 \text{ (Н} \times \text{м)}$$

$$M(A) = R_{y2} \times 26,5 = 5,2 \text{ (Н} \times \text{м)}$$

4) Суммарный изгибающий момент в опасных сечениях:

$$M_{изг}(A) = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{7,7^2 + 0,4^2} = 7,7 \text{ Н} \times \text{м} \quad (3.49)$$

$$M_{экв.} = \sqrt{M_{изг}^2 + 0,75 \times T^2} = \sqrt{7,7^2 + 0,75 \times 27,7^2} = 214,6 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$\text{Проверка: } d_e = \sqrt[3]{\frac{20 M_{экв.}}{\pi [\sigma_F]_1}} = \sqrt[3]{\frac{20 \times 214,6 \times 10^3}{3,14 \times 237}} = 17,9 \text{ мм.}$$

Выбранный  $d_v = 20 \text{ мм} > 17,9 \text{ мм}$ .

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{16 T_i}{\pi [\tau_k]}}, \text{ где } [\tau_k] - \text{допускаемое напряжение, } [\tau_k] = 25 \text{ (МПа)} -$$

для выходного вала.

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \times 8,96 \times 10^3}{3,14 \times 25}} = 12,2 \text{ (мм)}. \text{ Принимаем } 16 \text{ мм.}$$

5) Зазор между поверхностями деталей передачи и стенками корпуса:  $a = \sqrt[3]{L} + 4$ , где L – наибольшее расстояние между внешними поверхностями деталей передач.

$$L = \frac{d_1}{2} + 2a_w + \frac{d_2}{2} = 10 + 500 + 8 = 518$$

$$a = \sqrt[3]{L} + 4 = 12,03 \text{ мм.}$$

### 3.6.2. Расчёт выходного вала

Проектный расчёт и эскизная компоновка выходного вала

1) Приблизённо диаметр вала может быть найден из условия прочности по величине вращающего момента:

2) Расстояние между торцовыми поверхностями колёс двухступенчатого редуктора:  $C = (0,3 \dots 0,5) \times a = 3,9 \dots 6,5 \text{ мм.}$

3) Силы в зацеплении:

$$\text{- окружная } F_t = \frac{2T_2}{d_2} = 568 \text{ Н}$$

$$\text{- радиальная } F_r = \frac{F_t \times \operatorname{tg} \alpha_w}{\cos \beta} = 196,2 \text{ Н}$$

$$\text{- осевая } F_a = F_t \times \operatorname{tg} \alpha = 206,7 \text{ Н}$$



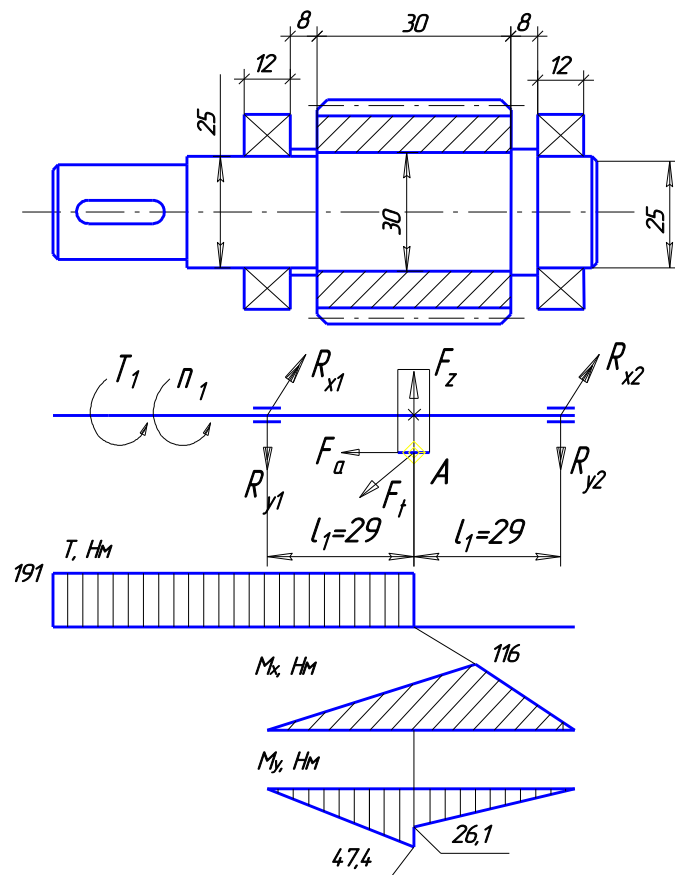


Рисунок 3.3 Расчётная схема выходного вала.

4) Реакции опор:

Плоскость XZ:

$$R_{x1} = R_{x2} = F_t / 2 = 284 \text{ Н.}$$

Плоскость YZ:

$$R_{y1} = (F_t \times 11/2 - F_a \times d_1/2) / l = (196,2 \times 29 - 103 \times 15,75) / 58 = 70,1 \text{ Н.}$$

$$R_{y2} = -(F_t \times 11/2 - F_a \times d_1/2) / l = (196,2 \times 29 + 103 \times 15,75) / 58$$

$$R_{y2} = 126,1 \text{ Н}$$

Проверка:

$$R_{y1} + R_{y2} - F_T = 70,1 + 126,1 - 196,2 = 0$$

б) Изгибающие моменты:

а) «My»:

$$M(A) = R_{x1} \times 29 = 8,2 \text{ (Н}\times\text{м)}$$

б) «Mx»:

$$M(A) = R_{y1} \times 29 = 2,03 \text{ (Н}\times\text{м)}$$

$$M(A) = R_{y2} \times 29 = 3,66 \text{ (Н}\times\text{м)}$$

7) Суммарный изгибающий момент в опасных сечениях:

$$M_{изг}(A) = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{2,03^2 + 8,2^2} = 8,4 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$M_{экв.} = \sqrt{M_{изг}^2 + 0,75 \times T^2} = \sqrt{8,4^2 + 0,75 \times 8,6^2} = 11,22 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{Проверка: } d_v = \sqrt[3]{\frac{32 M_{экв.}}{\pi [\sigma_F]_1}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 11,22 \times 10^3}{3,14 \times 237}} = 7,8 \text{ мм.}$$

Выбранный  $d_v = 16 \text{ мм} > 7,8 \text{ мм}$

### 3.7 Выбор подшипников и определение их долговечности

#### 3.7.1 Выбор подшипников для 1-го вала

1) Для вала с косозубым цилиндрическим зубчатым колесом выбираем шарикоподшипники радиальные однорядные (по ГОСТ 8338 – 75): исходя из принятого диаметра вала под подшипник, выбираем подшипник 1000905.

$$d = 25 \text{ мм} \quad B = 9 \text{ мм} \quad C = 7,32 \text{ кН}$$

$$D = 42 \text{ мм} \quad r = 1 \text{ мм} \quad C_o = 3,68 \text{ кН}$$

1) Определение радиальной реакции опоры:

$$P_r = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{293^2 + 15,2^2} = 0,29 \text{ кН}$$

2) Определение эквивалентной нагрузки:

Эквивалентная нагрузка  $P_{\Sigma}$  для однорядных радиальных шарикоподшипников рассчитывается по формуле:

$$P_{\Sigma} = (XV F_r + Y F_a) \times K_b \times K_t$$

Где:  $X = 0,56$ ,  $Y = 1,97$

$V = 1,0$  (для вращающегося внутреннего кольца)

$K_b = 1,3 \dots 2,5$  – коэффициент безопасности;

$K_t = 1,0$  – температурный коэффициент (до  $100^\circ\text{C}$ )

$$P_{\Sigma} = (0,56 \times 1 \times 214 + 1,97 \times 103) \times 1,3 \times 1 = 0,441 \text{ кН}$$

3) Проверочный расчёт на долговечность:

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \times \left( \frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^m,$$

где  $n$  – частота вращения вала,  $C$  – динамическая грузоподъёмность,  $m = 3$  – для шарикоподшипников.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \times 735} \times \left( \frac{11,2}{0,441} \right)^3 = 11000 \text{ часов, что превышает минимально}$$

допустимую

долговечность по ГОСТ 16162 – 85  $[L] = 10000$  часов.

### 3.7.2 Выбор подшипников для 2-го вала

1) Для вала с косозубым цилиндрическим зубчатым колесом выбираем шарикоподшипники радиальные однорядные (ГОСТ 8338 – 75): исходя из принятого диаметра вала под подшипник выбираем подшипник 1000904

$$d = 25 \text{ мм} \quad B = 12 \text{ мм} \quad C = 11,2 \text{ кН}$$

$$D = 47 \text{ мм} \quad r = 1 \text{ мм} \quad C_o = 5,6 \text{ кН}$$

2) Определение радиальной реакции опоры:

$$P_r = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{284^2 + 70,1^2} = 0,29 \text{ кН} \quad (3.68)$$

3) Определение эквивалентной нагрузки:

Эквивалентная нагрузка  $P_{\text{э}}$  для однорядных радиальных шарикоподшипников рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{э}} = (XV F_r + Y F_a) \times K_b \times K_t$$

Где:  $X = 0,4$ ,  $Y = 1,63$

$V = 1,0$  (для вращающегося внутреннего кольца)

$K_b = 1,3 \dots 2,5$  – коэффициент безопасности;

$K_t = 1,0$  – температурный коэффициент (до  $100^\circ\text{C}$ )

$$P_{\text{э}} = (0,4 \times 1 \times 196,2 + 1,63 \times 206,7) \times 1,3 \times 1 = 0,54 \text{ кН}$$

4) Проверочный расчёт на долговечность:

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \times \left( \frac{C}{P_{\text{экв}}} \right)^m,$$

где  $n$  – частота вращения вала,  $C$  – динамическая грузоподъёмность,  
 $m = 3$  – для шарикоподшипников.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \times 2205} \times \left( \frac{11,2}{0,54} \right)^3 = 70245 \text{ часов, что превышает минимально допустимую долговечность по ГОСТ 16162 – 85 [L] = 10000 часов.}$$

### 3.8 Выбор шпонок и проверка их на смятие

#### 3.8.1 Выбор шпонки для 1-го вала

$$d_v = 20 \text{ мм,}$$

выбираем шпонку призматическую по ГОСТ 23360 – 78:

$$b = 6 \text{ мм} \quad t_1 = 3,5 \text{ мм} \quad l_p = 22 \text{ мм}$$

$$h = 6 \text{ мм} \quad t_2 = 2,8 \text{ мм} \quad T_1 = 27,7 \text{ Нм}$$

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{dl_p(h-t)} \leq [\sigma_{см}]$$

Для стальных валов под зубчатым колесом

$$[\sigma_{см}] = 110 \dots 190 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \times 3607 \times 10^3}{90 \times 140 \times (14 - 9)} = 115 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] - \text{условие выполнено}$$

### 3.8.2 Выбор шпонки для 2-го вала

$$d_v = 16 \text{ мм},$$

выбираем шпонку призматическую по ГОСТ 23360 – 78:

$$b = 5 \text{ мм} \quad t_1 = 3 \text{ мм} \quad l_p = 20 \text{ мм}$$

$$h = 5 \text{ мм} \quad t_2 = 2,3 \text{ мм} \quad T_1 = 8,96 \text{ Нм}$$

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{dl_p(h-t)} \leq [\sigma_{см}]$$

### 3.8.3 Выбор смазки

Для зубчатого редуктора при рабочей температуре  $t = 50^\circ$  выбираем индустриальное масло И – 40А ГОСТ 20799 – 75.

### 3.8.4 Смазка редуктора

Смазывание зацепления зубьев колес осуществляется погружением тихоходного колеса в масляную ванну. Зубья колеса зачерпывают масло и благодаря силам адгезии и вязкости переносят смазочный материал в зону зацепления колес. Масло, отбрасываемое зубьями тихоходного колеса на стенки корпуса, образует масляный туман, который смазывает подшипники редуктора.

### 3.9 Техника безопасности при работе

Зона ременной передачи является источником механических повреждений. Для предотвращения получения повреждений разрешается эксплуатация стенда с защитным кожухом. Категорически запрещается снимать защитный кожух при работе.

Диагностируемый генератор должен прочно зафиксирован на рабочей площадке, не допускается провисание ремня передачи движения.

К работе на стенде допускаются сотрудники, прошедшие обучение и ознакомленные с техникой безопасности при работе.

## 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе рассчитываются затраты и сроки окупаемости при проектировании пункта технического обслуживания и диагностики, а так же затраты на проектирование и изготовление стенда для диагностики генераторов в условиях ООО «Автомотив Томск».

### 4.1 Технологический процесс

В таблице 4.1 отражены затраты на приобретаемое оборудование для оснащения ПТО.

Таблица 4.1 – Смета затрат на приобретаемое оборудование, оргпоставку и инструменты.

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу (руб.)	Стоимость (руб.)
Подъемник 2-стоечный Т4, г/п 4т	1	80000	80000
Компрессор Garage PK 40	2	20600	51200
Стенд для испытания генераторов	1	55600	55600
Верстак PROFFI 112	3	7900	23700
Стол промышленный PROFFI 1500	2	25800	51600
Стеллаж металлический складской МКФ 15764	2	9500	19000
Шкаф инструментальный MLST 14	2	12600	25200
Маслосборник для отработанного масла 80 л TS 2081	1	7000	7000

Тележка инструментальная ML4C	2	12100	24200
Станок сверлильный настольный Корвет 48	1	23300	23300
Станок токарный настольный OPTIMUM TU2004V	1	121000	121000
Ручной нанос для масла CH8017A	1	1500	1500
Тиски слесарные 125	4	3600	14400
Набор инструментов (108 предметов) Арсенал AA-C1412L108	2	9300	18600
Ключ динамометрический щелчковый Арсенал	1	1900	1900
Пневмогайковерт RT-5270	2	3000	6000
Вилка нагрузочная Автоэлектрика Н- 2001	1	3600	3600
Тестер DHC BT 002	1	10600	10600
Домкрат подкатной гидравлический 3т	1	6500	6500
Паяльная станция ELEMENT 898BD	1	5100	5100
Лежак подкатной TS 2007-2	1	2500	2500
Заточной станок Корвет 489	1	3800	3800
Мульти метр MASTECH MS8239C	1	2500	2500
Ларь для хранения обтирочных материалов	1	8500	8500
Ларь для отходов	1	1000	1000



Итого:			549550
Транспортно-заготовительные расходы – 10%	-	-	55000
Монтажные работы – 6%	-	-	33000
Прочие расходы – 5%	-	-	31900
Всего:			669450

Капитальные затраты составляют 669450 рублей.

Амортизационные отчисления на восстановление технологического оборудования составляют 11% и составляют 60450 рублей.

#### 4.2 Расчет фонда оплаты труда

Расчет фонда оплаты труда представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Фонд оплаты труда.

Должность	Количество	Должностной оклад сотрудника, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	Месячный ФОТ, руб	Годовой ФОТ, руб.
Автоэлектрик	4	25000	30000	130000	1560000
Автомеханик	2	23000	13800	59800	717600
Всего	6	146000	43800	189800	2277600

Из данной таблицы видно, что численность рабочих на проектируемом ПТО составляет 6 человек, отчисления во внебюджетные фонды -30%, годовой фонд оплаты труда равен 2277600 рублей.

#### 4.3 Расчет затрат на проектирование и изготовление стенда для испытания и диагностики генераторов

Таблица 4.3 – Смета затрат на изготовление стенда для испытания и диагностики генераторов.

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу (руб.)	Стоимость (руб.)
Редуктор цилиндрический INNOVARI 511A	1	16780	16780
Эл. двигатель АИР 112МА8	1	11600	11600
Частотный преобразователь XSY-AT1	1	4500	4500
Амперметр DA-0103	1	2500	2500
Вольтметр OmniX P77	1	2200	2200
Элементы управления	2	1000	2000
Уголок металлический 25×25×4×2950	4	255	1020
Лист металлический 2×1250×2500	2	2500	5000
Итого:			45600
Проектирование стенда	1	5000	5000
Монтажные работы	1	5000	5000
Всего:			55600

#### 4.4 Расчет производственных расходов

##### 4.4.1 Расчет затрат на электроэнергию (за год)

Общая потребность ПТО в электроэнергии рассчитывается по формуле:

$$W = W_c + W_{\text{осв.}}$$

где  $W$  – общий расход электроэнергии, кВт×ч;

$W_c$  – расход силовой электроэнергии, кВт×ч;

$W_{\text{осв.}}$  – расход электроэнергии на освещение, кВт×ч.

$$W_c = \frac{\sum P_a * \Phi_o * Z_o * Z_{zo}}{Z_{\text{сети}} * Z_{\text{эд}}}$$

где  $\sum P_a$  – суммарная активная мощность всех силовых электропотребителей, Квт;

$\Phi_o$  - годовой фонд рабочего времени предприятия, ч.;

$Z_o$  - коэффициент одновременности работы оборудования ( $Z_o = 0,6$ );

$Z_{zo}$  - коэффициент загрузки оборудования ( $Z_{zo} = 0,85$ );

$Z_{\text{сети}}$  - коэффициент полезного действия электрической сети ( $Z_{\text{сети}} = 0,95$ );

$Z_{\text{эд}}$  - коэффициент полезного действия электродвигателей ( $Z_{\text{эд}} = 0,85$ ).

$\sum P_a = 2,2 + 2,2 + 2,3 + 2,3 + 0,35 + 0,55 + 0,6 + 1 + 0,35 = 11,85$  кВт.

$$W_c = \frac{11,85 * 2912 * 0,6 * 0,85}{0,95 * 0,85} = 21794 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$W_{\text{осв.}} = T_{\text{осв.}} * 12 * S_{\text{п}} * q$$

где  $T_{\text{осв.}}$  - количество времени искусственного освещения, ч/месяц;

$S_{\text{п}}$  – площадь освещения, м<sup>2</sup>;

$q$  - удельный расход электроэнергии на кВт/м<sup>2</sup> ( $q = 0,015$ ).

$$W_{\text{осв.}} = 180 * 12 * 171,78 * 0,015 = 5566 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$W = 21794 + 5566 = 27360 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$Z_{\text{эл.}} = W * C_{\text{эл.}}$$

где  $C_{\text{эл.}}$  – цена за 1 кВт электроэнергии, руб.

$$Z_{\text{эл.}} = 27360 * 7 = 191520 \text{ рублей}$$

#### 4.4.2 Расчет затрат на водопотребление и водоотведение

Затраты на водопотребление и водоотведение определяются по формуле:

$$З_{\text{в}} = З_{\text{вп}} + З_{\text{во}}$$

Затраты на водопотребление определяются из расчета 50 литров в смену на 70% работающих.

$$З_{\text{вп}} = \frac{0,7 * P_{\text{ш}} * V * D_{\text{р.г.}}}{1000} * Ц_{\text{в}}$$

где  $P_{\text{ш}}$  – штатное число производственных рабочих;

$V$  – объем потребляемой воды за смену, л;

$D_{\text{р.г.}}$  - число рабочих дней в году;

$Ц_{\text{в}}$  – стоимость за 1 м<sup>3</sup> ( $Ц_{\text{в}}=170$ ), руб.

$$З_{\text{вп}} = \frac{0,7*6*50*364}{1000} * 170 = 13005 \text{ руб.}$$

Затраты на водоотведение определяются по формуле:

$$З_{\text{ов}} = \frac{0,7 * P_{\text{ш}} * V * D_{\text{р.г.}}}{1000} * Ц_{\text{во}}$$

где  $P_{\text{ш}}$  – штатное число производственных рабочих;

$V$  – объем потребляемой воды за смену, л;

$D_{\text{р.г.}}$  - число рабочих дней в году;

$Ц_{\text{во}}$  – стоимость за 1 м<sup>3</sup> водоотведения ( $Ц_{\text{во}}=17$ ), руб.

$$З_{\text{ов}} = \frac{0,7*6*50*364}{1000} * 17 = 1300 \text{ рублей}$$

$$З_{\text{в}} = 13000 + 1300 = 14300 \text{ рублей}$$

#### 4.4.3 Расчет затрат на теплоснабжение

Затраты на теплоснабжение за год рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{м}} * n * 24}{10^6} * 0,236 * Ц_{\text{т}}$$

где  $Q_{\text{м}}$  – часовой расход тепла, кДж×час;

$n$  – количество дней отопительного сезона (относительно г. Юрги  $n=210$  дней);

$Ц_{\text{т}}$  – стоимость 1 Гкал тепла ( $Ц_{\text{т}}=932,7$ ), руб.

Расчет часового расхода тепла:

$$Q_{\text{м}} = V * (q_o * (t_{\text{вн.}} - t_{\text{сн.ср.}}) + q_{\text{в}} * (t_{\text{вн.}} - t_{\text{сн.ср.}}))$$

где  $V$  – объем отапливаемого помещения ( $V=601 \text{ м}^3$ );

$q_o$  - удельный расход тепла на отопление  $1 \text{ м}^3$  здания ( $q_o=3,3$ ),  $\text{кДж/час} \times \text{м}^3$ ;

$q_{\text{в}}$  - удельный расход теплоты на вентиляцию  $1 \text{ м}^3$  ( $q_{\text{в}}=2,2$ ),  $\text{кДж/час} \times \text{м}^3$ ;

$t_{\text{вн.}}$  - температура внутри здания (по нормативам  $t_{\text{вн.}} = 20^0 \text{ C}$ );

$t_{\text{сн.ср.}}$  - температура снаружи здания средняя (по г. Юрга  $t_{\text{сн.ср.}} = 4^0 \text{ C}$ ).

$$Q_{\text{м}} = 601 * (3,3 * (20 - 4) + 2,2 * (20 - 4)) = 52888 \frac{\text{кДж}}{\text{час}}$$

$$З_{\text{т}} = \frac{52888 * 210 * 24}{1000000} * 0,236 * 932,7 = 58675 \text{ рублей}$$

#### 4.4.4 Расчет затрат за аренду помещения

Арендная плата составляет  $300 \text{ руб/м}^2$ .

$$З_{\text{а}} = 171,78 * 300 * 12 = 618000 \text{ рублей}$$

#### 4.4.5 Расчет налогов

Согласно налоговому кодексу РФ налогообложению в виде единого налога на вмененный доход для отдельных видов деятельности (далее – единый налог) имеют право предприятия оказывающие услуги по ремонту, техническому обслуживанию и мойке автотранспортных средств.

В настоящей работе используются следующие понятия:

1. Вмененный доход – потенциально возможный доход налогоплательщика единого налога, рассчитываемый с учетом совокупности факторов, непосредственно влияющих на получение указанного дохода, и используемый для расчета величины единого налога по установленной ставке;

2. Базовая доходность (БД) – условная месячная доходность в стоимостном выражении на ту или иную единицу физического показателя, характеризующего определенный вид предпринимательской деятельности в различных сопоставимых условиях, которая используется для расчета величины вмененного дохода ( $\text{БД}=12000$ );

3. Корректирующие коэффициенты базовой доходности ( $K_1, K_2$  –

коэффициенты, показывающие степень влияния того или иного фактора на результат предпринимательской деятельности, облагаемой единым налогом ( $K_1=2,005$ ,  $K_2=1$ );

4. Физический показатель (ФП) для базовой доходности численно равен количеству работников (ФП=6).

Объектом налогообложения для применения единого налога признается вмененный доход налогоплательщика.

Налоговой базой для исчисления суммы единого налога признается величина вмененного дохода, рассчитываемая как произведение базовой доходности по определенному виду предпринимательской деятельности, исчисленной за налоговый период, и величины физического показателя, характеризующего данный вид деятельности.

При исчислении налоговой базы используется следующая формула расчета:

$$\text{ЕНВД} = \text{БД} \times \text{ФП} \times K_1 \times K_2 \times 15\%$$

$$\text{ЕНВД} = 12000 \times 6 \times 2,005 \times 1 \times 15\% \times 12 = 259850 \text{ рублей}$$

#### 4.5 Расчет годовых издержек

Таблица 4.4 – Калькуляция себестоимости.

№ п/п	Статья расходов	Сумма, руб.
1	Годовой размер заработной платы рабочих	1752000
2	Отчисления во внебюджетные фонды	525600
3	Затраты на электроэнергию	38962
4	Затраты на силовую электроэнергию	152558
5	Затраты на водопотребление и водоотведение	14300
6	Затраты на теплоснабжение	58675
7	Амортизация оборудования	60450
8	Арендная плата	618000
Всего:		3220545

#### 4.6 Основные экономические показатели деятельности

Выручка от реализации услуг ПТО рассчитывается по формуле:

$$B = T_r \times C$$

где  $T_r$  – годовой объем работ ПТО;

$C$  – цена работ (принимается среднее значение  $C=330$ ).

$$B = 12650 \times 330 = 4174500 \text{ рублей}$$

Валовая прибыль - это разница между выручкой и себестоимостью услуг и рассчитывается по формуле:

$$П_{\text{вал}} = B - C$$

$$П_{\text{вал}} = 4174500 - 3220545 = 953955 \text{ рублей}$$

Чистая прибыль рассчитывается по формуле:

$$П_{\text{чист}} = B - C - H$$

где  $H$  – налоги.

$$П_{\text{чист}} = 4174500 - 3220545 - 259850 = 694105 \text{ рублей}$$

Рентабельность рассчитывается как отношение чистой прибыли от услуг к сумме затрат на оказание данных услуг и рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{П_{\text{чист}}}{C} \times 100\%$$

$$P = \frac{694105}{3220545} \times 100\% = 21,5\%$$

#### 4.7 Оценка экономической эффективности

Срок окупаемости проекта рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{K}{П_{\text{чист}}}$$

где  $K$  – капитальные вложения в проект ( $K=669450$  рублей)

$$T = \frac{669450}{694105} = 0,96 \approx 1 \text{ год}$$

Таблица 4.5 – Основные технико-экономические показатели

Наименование	Итого
Выручка от реализованных услуг, руб.	4174500
Годовой фонд оплаты труда, руб.	2277600
Себестоимость, руб.	3220545
Капитальные вложения в проект, руб.	669450
Амортизационные отчисления, руб.	60450
Прибыль валовая, руб.	935955
Прибыль чистая, руб.	694105
Рентабельность, %	21,5
Срок окупаемости проекта, г.	1

В ходе разработки проекта ПТО было принято решение спроектировать стенд для испытания и диагностики генераторов, так как основной деятельностью ПТО является диагностика и ремонт электрооборудования автомобилей, а выход из строя генератора является наиболее частой относительно всех неисправностей электрооборудования. Данное решение было обусловлено тем, что спрос на данный вид работ многократно превышает предложение.

Затраты на проектирование и изготовление стенда составили 55600 рублей, что гораздо ниже стоимости аналогичных моделей заводского производства. Экономия составила порядка 70000 рублей, что составляет 10,5% от капитальных вложений в проект (данные отражены в таблице 4.6).

Таблица 4.6 – Экономия капитальных вложений по проекту.

Наименование	Стоимость, руб.	
	проектируемый стенд	аналогичная модель
Стенд для диагностики генераторов	55600	125000
Экономия, руб. (%)	69400 (10,5)	



Внедрение в работу данного стенда позволит ускорить процесс диагностики, а именно на 22,2 % (данные представлены в таблице 4.7), а также повысить качество предоставляемых услуг. Сокращение времени нахождения автомобилей на рабочих постах и высокое качество предоставляемых услуг создает положительную динамику в увеличении клиентской базы, что в свою очередь ведет к увеличению прибыли от предоставляемых услуг.

Таблица 4.7 – Результат внедрения проектного решения.

Наименование	Трудоемкость чел.-ч.	
	среднее табличное значение	на проектируемом стенде
Диагностика генератора, снятого с автомобиля	0,6	0,4
Экономия времени, %	22,2	

#### Выводы

В ходе выполнения расчетов по данному разделу, были рассчитаны затраты на проектирование и изготовление стенда, которые составили 55600 руб. Таким образом, стоимость разрабатываемого стенда оказалась ниже стоимости аналогичного оборудования в 2,1 раза, что является ресурсосберегающим фактором, позволяющим существенно снизить затраты на капитальные вложения на 10,5%. Также в ходе работы были рассчитаны: сумма затрат на приобретение основного оборудования с учетом транспортно-заготовительных и монтажных работ, которая составила 669450 рублей; годовые амортизационные отчисления, которые составили 60450 рублей; годовой фонд оплаты труда рабочих – 2277600 рублей; производственные расходы за год – 882450 рублей. Расчет данных показателей позволил произвести расчет основных экономических показателей деятельности предприятия, планируемую валовую прибыль – 935955 рублей, сумму годовых налоговых отчислений – 259850 рублей и чистую прибыль - 694105 рублей, а также рентабельность, которая составила 21,5%. На основании

экономических показателей проекта, расчетный срок окупаемости составил 1 год, что является достаточно быстрым сроком в условиях современного рынка.

## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает пункт технического обслуживания и диагностики.

В процессе работы на участке проводят диагностические операции. При работе используются диагностический стенд, паяльную станцию.

Площадь ПТО 171м<sup>2</sup>. Ширина 12м, длина 18м, высота 3,5м. Стены бетонные, оштукатуренные и окрашенные в белый цвет, 4 окна шириной 0,91м и высотой 0,61м, крыша - металлочерепица.

Расстояния между рабочими местами, а также станочным оборудованием выбраны в зависимости от их габаритных размеров и схемы расположения в соответствии с ОНТП-01-91. Под детали и узлы установлены специальные стеллажи.

Для защиты от запыленности и загазованности на предприятии используется местная вентиляция.

Отопление на поддержание в холодное время года температуры воздуха в рабочей зоне в пределах санитарно-гигиенических норм, установленных СН 4088-86 реализовано посредством центрального отопления. Воздух подаваемый в холодное время должен иметь температуру не выше +25 и не ниже +16 градусов.

### 5.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды

При анализе условий труда пункта технического обслуживания и диагностики, выявлены следующие вредные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении:

- запыленность и загазованность;
- шум;
- опасность поражения электрическим током.

Для защиты от запыленности, применяют вентиляцию (местную) представленную вытяжным зонтом с гибким воздухоотводом.

Согласно технологическому процессу автомобиль въезжает на участок,

следовательно, в зону участка попадают вредные вещества вместе с выхлопными газами: сажа, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> (диоксид азота), NO (оксид азота), SO<sub>2</sub> (диоксид серы), пары керосина.

Согласно Р 2.2.2006 – 05 «Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», фактическая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать – 0,8 ПДК.

ПДК вредных веществ принимаются согласно ГН 2.2.5 1313 – 03 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование веществ	ПДК, $\frac{мг}{м^3}$	Класс опасности
CO <sub>2</sub>	20	IV
Сажа	4	III
NO <sub>2</sub>	2	III
NO	5	IV
SO <sub>2</sub>	10	III
Углеводороды	300	IV
Керосин	300	IV

При въезде и выезде автомобиля на рабочий пост к выхлопной трубе подключается шланг для удаления продуктов горения топлива, эффективность данного метода составляет не менее 90 %.

Для защиты органов дыхания используют респираторы ШБ-1 “Лепесток”.

Шум на производстве неблагоприятно воздействует на человека ослабляя внимание.

Источником шума на участке являются:

- сверлильный станок;

- токарный станок;
- стенд для диагностики генераторов;
- заточной станок;
- компрессорная установка.

По шуму рабочего оборудования обеспечиваются допустимые условия труда, что соответствует – 2 классу, согласно Р 2.2.2006 – 05.

Для защиты от шума используют специализированные наушники.

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

К опасным факторам проектируемой производственной среды относят:

- механические;
- термические;
- электробезопасность;
- пожаровзрывоопасность.

Основными источниками механических опасностей являются движущиеся части станков и стендов, автоматический ручной инструмент. Для предотвращения повреждений необходимо соблюдать правила безопасности при работе на станках и стендах, а также использовать специализированную одежду и средства личной безопасности.

При работе на станках и стендах пользоваться защитными козырьками и защитными очками. Находиться по возможности дальше от зоны резания и вращающихся узлов, если по условиям работы их нельзя закрыть кожухами или щитками. При работе с автоматическим ручным инструментом использовать перчатки.

К источникам термических опасностей относят температуру нагретых поверхностей, которая приводит к нарушению терморегуляции организма. Для предотвращения повреждений необходимо использовать специализированную одежду и средства личной безопасности.

Для обеспечения электробезопасности необходимо исключить поражение

электрическим током при работе на станках и стендах, а также при использовании автоматического инструмента.

Мероприятие по электробезопасности обеспечивают недоступность токоведущих частей от случайного прикосновения; пониженное напряжение; заземление электроустановок; автоматическое отключение; индивидуальную защиту. Ограждение токоведущих частей обычно предусматривается конструкцией электрооборудования, наличие ограждений при эксплуатации является обязательным. Пониженное напряжение применяют при длительном контакте работающих с корпусом этого оборудования.

Защитное заземление – защитная мера электробезопасности в электроустановках, представляющая собой преднамеренное создание электрической связи нетоковедущих частей электроустановки, которые в аварийном режиме могут оказаться под напряжением с землей (ее эквивалентом). Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием, оказавшимся под напряжением и «землей» до безопасной величины. Конструктивным элементом защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, проходящие в земле, и заземляющие проводники, соединяющее заземляемое оборудование с заземлителем. Для исключения поражения электрическим током все станки заземляют.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности, в соответствии с действующим законодательством, несут их руководители.

Ответственность за пожарную безопасность отдельных цехов и участков возлагается на начальников соответствующих служб, назначенных приказом руководителя. Таблички, с указанием ответственных за пожарную безопасность, вывешиваются на видных местах.

На проектируемом ПТО должно быть: пенные огнетушители - 1шт.; углекислотные огнетушители - 1шт.; ящик с песком - 1шт.; асбестовое или войлочное полотно - 1шт.; ломы - 2шт.; багры – 1шт.; топоры - 1шт.; лопаты - 2шт.; ведра пожарные - 2шт.

Неисправности, которые могут вызвать нагревание проводов, искрение

или короткое замыкание, незамедлительно устраняются.

Для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения применяют огнетушители. Необходимо помнить, что для тушения огня загоревшегося оборудования под напряжением нельзя применять пенные огнетушители, так как это может привести к поражению электрическим током. Пенные огнетушители могут быть использованы только после отключения питания оборудования.

Тушение оборудования, находящихся под напряжением, производится углекислотными огнетушителями, где в качестве огнегасящего вещества используется углекислота. При подаче такой кислоты на горящий предмет уменьшается концентрация кислорода в воздухе и горящая поверхность сильно охлаждается за счет снятия тепла, расходуемого на испарение твердой углекислоты.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Под методами охраны окружающей среды от загрязнения отходами, выбросами, сбросами организации ПТО принимают совокупность технических и организационных мероприятий, которые позволяют свести к минимуму или вовсе исключить выбросы в биосферу как энергетических, так и материальных загрязнений.

Технические жидкости, а также масла, являются распространенным источником техногенных загрязнений, не следует преуменьшать негативное влияние связанных с ними отходов на природу.

Нефтепродукты, отработавшие свой ресурс, попадающие в окружающую среду наносят существенный вред, поэтому необходимо следует не допускать халатного отношения при работе с ними.

Отработанные жидкости должны храниться в специальных емкостях, а затем отправляться на переработку. При выявлении факта небрежного обращения с отработанными жидкостями (разлив) следует незамедлительно локализовать последствия.

## 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Существуют два основных направления минимизации вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий. Первое заключается в разработке организационных и технических мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного потенциала современных технологических систем. В рамках этого направления осуществляется контроль эксплуатационных показателей всех технологических процессов объекта, позволяющий заранее определить возможный аварийный участок, технические системы снабжаются устройствами защиты – средствами взрыва и пожарозащиты, электро и молниезащиты, и т. д.

Второе направление базируется на анализе возможного развития аварии и заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны к действиям при Ч.С.

Учитывая, что одной из наиболее распространенных причин возникновения Ч.С. является пожар, рассмотрим мероприятия по его предупреждению и ликвидации. Определим степень огнестойкости здания, согласно СН и П 21-01-97 оно имеет степень огнестойкости II – то есть сооружение из негорючих и трудно сгораемых материалов. Затем устанавливаем категорию пожарной опасности объекта, исходя из технологического процесса и типа производства. Производство относится к пожароопасным и имеет категорию Г.

Здание должно быть оборудовано средствами сигнализации и средствами тушения пожаров. Для обеспечения быстрого развертывания тактических действий по тушению пожара предусмотрены подъезды к зданию, с источником водоснабжения.

## 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности,



законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несёт директор.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР спроектирован пункт технического обслуживания и диагностики легковых автомобилей в условиях ООО «Автомотив Томск», проанализированы неисправности электрооборудования легковых автомобилей. Рассчитаны годовой объем работ, количество рабочих.

В конструкторской части работы спроектирован стенд для диагностики и испытания генераторов, а также рассчитана стоимость его изготовления.

В разделе финансовый менеджмент рассчитаны затраты на приобретение оборудования, фонд оплаты труда, производственные расходы, а также планируемая выручка от предоставляемых услуг. Дана оценка экономической эффективности проекта.

В разделе социальная ответственность проанализированы опасные и вредные факторы проектируемой производственной среды, их источники и средства защиты, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов. – 2 – изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2009. – 271с.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / М – во автомоб. Трансп. РСФСР. – М.: Транспорт, 2011. – 72с.
3. Клебанов Б.В. Проектирование производственных участков авторемонтных предприятий. – М.: Транспорт, 2009. - 173 с.
4. Верещак Ф.П., Абелевич Л.А. Проектирование авторемонтных предприятий. Справочник инженера-механика,,: Транспорт, 2010. – 327 с.
5. Методическая разработка по дипломному проектированию технологической части технического проекта авторемонтного предприятия для специальности 1609 / Сост.: Б.А. Лагунов. – М: Изд – во Инфра, 2013. – 42 с.
6. Ю.Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 – х т.Т. 3. изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2011. – 559 с., ил. Н.А нурьев
7. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 – х т. Т. 2. – 5 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2012. – 623 с.,
8. Методические указания по выполнению конструкторской части дипломного проекта по специальности 150200 / Сост.: Л.Н. Бухаров, В.Ф. Крылов, В.А. Некипелов, В.Ф. Рачков. - М: Изд-во Механика, 2013. – 57 с.
9. Петленко Б.И. Асмолов Г.И. Информационно – измерительные диагностические системы и приборы на автотранспорте. Информприбор.– 2011. – Выпуск 3. – 48 с.
10. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. - М.:Транспорт, 2009. – 182 с.
11. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
12. Расчёты экономической эффективности в дипломных и курсовых проектах: Учебное пособие для вузов / Под ред. Н.Н. Фонталика. – Минск:

Высшая школа, 2012. –126 с.

13. Расчёты экономической эффективности новой техники: Справочник / Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 2015. – 446 с.

14. Нормативы численности рабочих, занятых техническим обслуживанием и текущим ремонтом подвижного состава автомобильного транспорта / ЦЕНТ.– М.: Экономика, 2010. – 208 с.

15. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учеб. для машиностроит. Спец. Вузов. – 3 – е изд., стер. – М: Высш. Шк., 2012 – 591 с.

16. ГОСТ 2.104 – 68. Основные надписи.

17. ГОСТ 2.1059 – 5. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

18. ГОСТ 2.108 – 68. Спецификация.

19. Общие правила выполнения чертежей. ЕСКД: /Сборник/. – М.: Изд – во стандартов, 2011. – 236 с.

20. ГОСТ 2.109 – 73. Основные требования к чертежам.

21. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин/ П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высш. шк., 2012. – 447 с.

22. Курсовое проектирование деталей машин / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2010. – 416 с.